

20 OCT. 2003



|       |             |
|-------|-------------|
| REC'D | 05 DEC 2003 |
| WIPO  | PCT         |

# BREVET D'INVENTION

## CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

### COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 26 SEP. 2003

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

#### DOCUMENT DE PRIORITÉ

PRÉSENTÉ OU TRANSMIS  
CONFORMÉMENT À LA  
RÈGLE 17.1.a) OU b)

INSTITUT  
NATIONAL DE  
LA PROPRIÉTÉ  
INDUSTRIELLE

SIEGE  
26 bis, rue de Saint Petersburg  
75800 PARIS cedex 08  
Téléphone : 33 (0)1 53 04 53 04  
Télécopie : 33 (0)1 53 04 45 23  
[www.inpi.fr](http://www.inpi.fr)



26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08  
Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 94 86 54

**BREVET D'INVENTION**  
**CERTIFICAT D'UTILITÉ**  
Code de la propriété intellectuelle - Livre VI




**REQUÊTE EN DÉLIVRANCE 1/2**

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

08 540 W / 260899

|  |                      |  |                    |
|--|----------------------|--|--------------------|
| <b>REMISE DES PIÈCES</b><br>DATE <b>01 OCT 2002</b><br>LIEU <b>75 INPI PARIS</b><br>N° D'ENREGISTREMENT <b>0212115</b><br>NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI<br>DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE PAR L'INPI <b>01 OCT. 2002</b> |                      | <b>NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE</b><br>À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE<br><b>BREVATOME</b><br><b>3, rue du Docteur Lancereaux</b><br><b>75008 PARIS</b><br><b>422-5/S002</b>  |                    |
| <b>Vos références pour ce dossier</b><br>(facultatif) <b>B 14177.3 AP FD 349</b>   |                      |  |                    |
| <b>Confirmation d'un dépôt par télécopie</b> <input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie  |                      |  |                    |
| <b>2 NATURE DE LA DEMANDE</b>  |                      | <b>Cochez l'une des 4 cases suivantes</b>  |                    |
| Demande de brevet  |                      | <input checked="" type="checkbox"/>  |                    |
| Demande de certificat d'utilité  |                      | <input type="checkbox"/>   |                    |
| Demande divisionnaire  |                      | <input type="checkbox"/>   |                    |
| Demande de brevet initiale   |                      | N° _____ Date ____/____/____   |                    |
| ou demande de certificat d'utilité initiale  |                      | N° _____ Date ____/____/____   |                    |
| Transformation d'une demande de brevet européen  |                      | <input type="checkbox"/> N° _____ Date ____/____/____  |                    |
| <b>3 TITRE DE L'INVENTION</b> (200 caractères ou espaces maximum)<br><br><b>CONTENEUR POUR MATIERES RADIOACTIVES ET PROCEDE DE FERMETURE D'UN TEL CONTENEUR</b>  |                      |  |                    |
| <b>4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ</b><br><b>OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE</b><br><b>LA DATE DE DÉPÔT D'UNE</b><br><b>DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE</b>   |                      | Pays ou organisation _____ N° _____<br>Date ____/____/____<br>Pays ou organisation _____ N° _____<br>Date ____/____/____<br>Pays ou organisation _____ N° _____<br>Date ____/____/____<br><input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite» |                    |
| <b>5 DEMANDEUR</b>   |                      | <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres demandeurs, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»  |                    |
| Nom ou dénomination sociale  |                      | <b>COMMISSARIAT A L'ENERGIE ATOMIQUE</b>   |                    |
| Prénoms  |                      |  |                    |
| Forme juridique  |                      | <b>Etablissement Public de Caractère Scientifique, Technique et Industriel</b>   |                    |
| N° SIREN   |                      |  |                    |
| Code APE-NAF   |                      |  |                    |
| Adresse  | Rue                  | <b>31-33, rue de la Fédération</b>   |                    |
|  | Code postal et ville | <b>75752</b>   | <b>PARIS 15ème</b> |
| Pays   |                      | <b>FRANCE</b>  |                    |
| Nationalité  |                      | <b>Française</b>   |                    |
| N° de téléphone (facultatif)   |                      |  |                    |
| N° de télécopie (facultatif)   |                      |  |                    |
| Adresse électronique (facultatif)  |                      |  |                    |

|  |                      |  |                   |
|--|----------------------|--|-------------------|
| REMISE DES PIÈCES<br>DATE <b>1 OCT 2002</b><br>LIEU <b>75 INPI PARIS</b><br>N° D'ENREGISTREMENT <b>0212115</b><br>NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI |                      | Réservé à l'INPI   | DB 540 W / 260899 |
| <b>Vos références pour ce dossier :</b><br><i>(facultatif)</i>   |                      | <b>B 14177.3 AP FD 349</b>   |                   |
| <b>MANDATAIRE</b>  |                      |  |                   |
| Nom  |                      | AHNER  |                   |
| Prénom   |                      | Philippe   |                   |
| Cabinet ou Société   |                      | BREVATOME<br>422-5/S002  |                   |
| N° de pouvoir permanent et/ou de llen contractuel  |                      | PG 7068  |                   |
| Adresse  | Rue                  | 3, rue du Docteur Lancereaux   |                   |
|  | Code postal et ville | 75008  | PARIS             |
| N° de téléphone <i>(facultatif)</i>  |                      | 01 53 83 94 00   |                   |
| N° de télécopie <i>(facultatif)</i>  |                      | 01 45 63 83 33   |                   |
| Adresse électronique <i>(facultatif)</i>   |                      | brevets.patents@brevaalex.com  |                   |
| <b>INVENTEUR (S)</b>   |                      |  |                   |
| Les inventeurs sont les demandeurs   |                      | <input type="checkbox"/> Oui<br><input checked="" type="checkbox"/> Non <b>Dans ce cas fournir une désignation d'inventeur(s) séparée</b>  |                   |
| <b>RAPPORT DE RECHERCHE</b>  |                      | Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)   |                   |
| Établissement immédiat ou établissement différé  |                      | <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>   |                   |
| Paiement échelonné de la redevance   |                      | Paiement en trois versements, uniquement pour les personnes physiques<br><input type="checkbox"/> Oui<br><input type="checkbox"/> Non  |                   |
| <b>RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES</b>  |                      | Uniquement pour les personnes physiques<br><input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention ( <i>joindre un avis de non-imposition</i> )<br><input type="checkbox"/> Requête antérieurement à ce dépôt ( <i>joindre une copie de la décision d'admission pour cette invention ou indiquer sa référence</i> ): |                   |
| Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes  |                      |  |                   |
| <b>SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE</b><br>(Nom et qualité du signataire)<br><br>P. AHNER   |                      | <b>VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI</b><br><br>   |                   |

# **CONTENEUR POUR MATIERES RADIOACTIVES ET PROCEDE DE FERMETURE D' UN TEL CONTENEUR**

5

## **DESCRIPTION**

### **DOMAINE TECHNIQUE**

10                   La présente invention se rapporte à un  
conteneur pour matières radioactives telles que des  
déchets ou des matières nucléaires exothermiques, le  
conteneur étant essentiellement constitué d'un corps  
principal creux à l'intérieur duquel sont aptes à être  
15 logées les matières radioactives, ainsi que d'un  
couvercle destiné à obturer le corps principal creux.

Par ailleurs, l'invention se rapporte  
également à un procédé de fermeture d'un tel conteneur.

20                   L'invention trouve une application toute  
particulière dans les domaines du traitement et du  
conditionnement de déchets nucléaires.

### **ETAT DE LA TECHNIQUE ANTERIEURE**

Dans ce domaine technique, plusieurs  
réalisations ont déjà été proposées.

25                   On connaît tout d'abord des conteneurs pour  
matières radioactives dont le corps principal creux et  
le couvercle sont assemblés par soudage. Si cette  
technique employée reste globalement satisfaisante pour  
des conteneurs réalisés en aciers ordinaires ou en  
30 aciers inoxydables, elle n'est cependant pas adaptée à

des conteneurs réalisés en fonte, ce matériau étant  
pourtant souvent retenu en raison sa possibilité d'être  
obtenu par recyclage d'éléments métalliques très  
faiblement contaminés, provenant du démantèlement  
5 d'installations nucléaires.

En effet, seules des soudures de faibles  
épaisseurs, à savoir ne dépassant pas 5 à 6 mm, peuvent  
être envisagées sur de la fonte. Or de manière  
générale, les contraintes de conditionnement de  
10 matières radioactives imposent une soudure qui s'étend  
sur la pleine épaisseur du conteneur, qui est  
habituellement comprise entre environ 30 et 130 mm.

Par ailleurs, même dans le cas où le  
soudage est réalisé sur des matériaux réputés être de  
15 bonne soudabilité, les soudures obtenues sur des  
épaisseurs telles que celles mentionnées ci-dessus sont  
le siège de contraintes résiduelles importantes,  
pouvant être préjudiciables à la durabilité du  
conteneur. Dans un tel cas, les traitements thermiques  
20 de détensionnement opérés lors de la mise en œuvre de  
procédés de conditionnement de déchets nucléaires  
seraient difficilement réalisables, et pas totalement  
efficaces sur des fortes épaisseurs de paroi du  
conteneur.

25 Dans l'art antérieur, il a également été  
proposé d'interposer un joint métallique entre le  
couvercle et le corps principal creux assemblés par  
boulonnage, le joint étant conçu de façon à présenter  
des caractéristiques techniques satisfaisantes pendant  
30 une durée limitée, de l'ordre de quelques dizaines  
d'années. Néanmoins, outre l'existence d'une contrainte

de limitation dans le temps d'un tel joint métallique, cette solution s'avère peu performante lorsque le conteneur est entreposé dans un environnement corrosif. En effet, l'épaisseur de matière disponible à l'avancée du front de corrosion est faible, et réduit considérablement la période durant laquelle une étanchéité acceptable est conservée entre le couvercle et le corps principal creux du conteneur.

Pour remédier aux inconvénients cités ci-dessus, il a enfin été proposé, par le demandeur, un conteneur en fonte comportant un couvercle fixé par scellement sur le corps principal creux, par projection de plomb fondu dans une rainure formée par le couvercle et le corps principal creux de ce conteneur. Lors de la mise en œuvre d'une telle technique décrite dans le document FR-A-2 733 966, le plomb coulé se solidifie dans la rainure prévue à cet effet, et forme un élément de fixation solidarisant les deux composants principaux du conteneur. Notons que la solidarisation de ces éléments provient essentiellement de la géométrie particulière de la rainure, présentant au niveau du corps principal creux une surface latérale à deux portions inclinées par rapport à la verticale selon des angles aigus et opposés, de manière à créer un effet de coin empêchant le couvercle de se désolidariser du corps principal creux.

Cependant, il a été remarqué qu'avec un tel agencement, la liaison mécanique obtenue entre le couvercle et le corps principal creux du conteneur n'était pas totalement satisfaisante, provoquant ainsi des incertitudes quant à la présence d'une étanchéité

parfaite entre ces deux éléments, et par conséquent des doutes concernant la présence d'une isolation sûre des matières radioactives à l'intérieur du conteneur.

De plus, le joint en plomb obtenu n'est en  
 5 aucun cas adapté pour supporter des températures élevées, et ne peut par conséquent pas autoriser le stockage de matières nucléaires exothermiques. En effet, la température de fusion du plomb n'étant que de 327°C, cette valeur fait alors office de limite à ne  
 10 pas dépasser pour conserver un maintien mécanique entre les deux éléments principaux constituant le conteneur, cette valeur pouvant même être réduite en raison de la forte baisse des caractéristiques mécaniques du plomb au-delà d'une certaine température.

# 15 **EXPOSÉ DE L'INVENTION**

L'invention a donc pour but de proposer un conteneur pour matières radioactives comprenant un corps principal creux ainsi qu'un couvercle réalisés dans au moins un premier matériau métallique, le  
 20 conteneur remédiant au moins partiellement aux inconvénients mentionnés ci-dessus relatifs aux réalisations de l'art antérieur.

Plus précisément, le but de l'invention est de présenter un conteneur dont la liaison mécanique et  
 25 l'étanchéité entre le couvercle et le corps principal creux sont considérablement améliorées par rapport aux solutions déjà proposées.

Par ailleurs, le but de l'invention est de proposer un procédé de fermeture d'un tel conteneur.

30 Pour ce faire, l'invention a tout d'abord pour objet un conteneur pour matières radioactives

comprenant un corps principal creux ainsi qu'un couvercle réalisés dans au moins un premier matériau métallique, le couvercle étant susceptible d'être fixé sur le corps principal creux par l'intermédiaire de  
5    moyens de scellement réalisés dans un second matériau métallique coulé dans une rainure définie par le couvercle et le corps principal creux du conteneur. Selon l'invention, le couvercle et le corps principal creux sont solidarisés aux moyens de scellement à  
10    l'aide d'une zone de liaison, formée par réaction chimique entre les premier et second matériaux métalliques.

Avantageusement, la caractéristique essentielle de l'invention selon laquelle le second  
15    matériau métallique coulé dans la rainure est capable de réagir chimiquement avec chaque premier matériau métallique, permet la formation d'une zone de liaison constituée de composés intermétalliques assurant une véritable liaison métallurgique étanche entre d'une  
20    part les moyens de scellement, et d'autre part le couvercle et le corps principal creux du conteneur.

La fiabilité du maintien de façon étanche du couvercle sur le corps principal creux du conteneur est donc largement augmentée, notamment par rapport à  
25    la solution décrite dans le document FR-A-2 733 966. En effet, les moyens de scellement prévus dans cet art antérieur prennent la forme de plomb coulé dans une rainure en fonte, cette dernière disposant d'une géométrie spécifique assurant le maintien du couvercle  
30    sur le corps principal creux, lorsque le plomb est solidifié dans la rainure. Or, contrairement au



conteneur selon l'invention, aucune réaction chimique ne se produit entre le plomb et la fonte en raison de l'inexistence de composés intermétalliques fer-plomb, cette propriété interdisant ainsi la présence de ce  
5 type de composés au niveau de l'interface entre les moyens de scellement et la rainure. Par conséquent, aucune liaison métallurgique rigide n'étant prévue entre d'une part les moyens de scellement et d'autre part le couvercle et le corps principal creux du  
10 conteneur, la liaison obtenue entre le couvercle et le corps principal creux n'est pas en mesure d'autoriser une résistance mécanique acceptable, ni même une étanchéité durable entre ces deux éléments principaux du conteneur.

15 Préférentiellement, chaque premier matériau métallique est du type fonte ou acier. De cette façon, le second matériau métallique peut être une fonte, du zinc ou l'un de ses alliages, de l'acier, ou encore de l'aluminium ou l'un de ses alliages.

20 Dans de tels cas, la zone de liaison peut alors être constituée d'alliages du type fer-carbone, fer-zinc ou fer-aluminium, ces matériaux étant capables d'assurer une parfaite résistance mécanique entre les moyens de scellement et les deux principaux éléments  
25 constitutifs du conteneur.

Par ailleurs, il est précisé que les matériaux métalliques indiqués ci-dessus, susceptibles d'être employés pour réaliser les moyens de scellement, disposent avantageusement d'une température de fusion  
30 plus élevée que celle du plomb utilisé dans l'art antérieur, et sont par conséquent capables de supporter

la présence de matières radioactives exothermiques à l'intérieur du conteneur. De plus, il est également précisé que même si certains matériaux comme le zinc et ses alliages disposent d'une température de fusion  
5 suffisamment élevée pour autoriser le stockage de matières radioactives exothermiques, la valeur de cette température permet néanmoins d'envisager une réouverture du couvercle relativement aisée, à l'aide de moyens classiques susceptibles de provoquer la  
10 fusion des moyens de scellement.

Selon un mode de réalisation préféré de la présente invention, la zone de liaison dispose d'une épaisseur moyenne comprise entre environ 10  $\mu\text{m}$  et 5 mm, de sorte que la liaison mécanique engendrée entre le  
15 couvercle et le corps principal creux du conteneur est durablement résistante et étanche.

Pour accroître encore davantage cette liaison, il est possible de prévoir que le couvercle comporte une surface latérale extérieure définissant  
20 partiellement la rainure et comprenant deux portions adjacentes inclinées respectivement d'un angle  $\alpha$  et d'un angle  $\beta$  par rapport à une direction parallèle à un axe principal longitudinal du conteneur, les angles  $\alpha$  et  $\beta$  étant aigus et opposés afin d'obtenir un effet de  
25 coin.

D'autre part, l'invention a également pour objet un procédé de fermeture d'un conteneur pour matières radioactives comprenant un corps principal creux ainsi qu'un couvercle réalisés dans au moins un  
30 premier matériau métallique, le procédé comportant une étape de mise en place du couvercle sur le corps

principal creux du conteneur de manière à former une rainure entre ces deux éléments, suivie d'une étape de réalisation de moyens de scellement assurant la fixation du couvercle sur le corps principal creux du conteneur en coulant un second matériau métallique dans la rainure. Selon l'invention, on choisit le second matériau métallique de sorte qu'il soit apte à réagir chimiquement avec chaque premier matériau métallique, de manière à former une zone de liaison entre d'une part les moyens de scellement, et d'autre part le couvercle et le corps principal creux du conteneur.

De manière préférentielle, l'étape de mise en place du couvercle est suivie d'une étape de préchauffage du premier matériau constituant la rainure, cette dernière étape pouvant également être précédée d'une préparation des surfaces de la rainure.

De plus, il est possible de prévoir que l'étape de réalisation des moyens de scellement est précédée d'une étape de coulée en excès du second matériau métallique dans la rainure pendant une période déterminée, de manière à provoquer un chauffage du premier matériau métallique constituant la rainure, ainsi qu'un lavage des surfaces de cette rainure.

Préférentiellement, l'étape de réalisation des moyens de scellement par coulée du second matériau métallique dans la rainure est suivie d'une étape de chauffage de ce second matériau reposant dans la rainure, afin de favoriser la réaction chimique entre les premier et second matériaux métalliques.

D'autres avantages et caractéristiques de l'invention apparaîtront dans la description détaillée non limitative ci-dessous.

#### **BRÈVE DESCRIPTION DES DESSINS**

5                    Cette description sera faite au regard des dessins annexés parmi lesquels ;

                  - la figure 1 représente une vue schématique partielle en coupe d'une portion supérieure d'un conteneur pour matières radioactives, selon un mode de réalisation préféré de l'invention, et avant  
10                    que les moyens de scellement aient été mis en place,

                  - la figure 2 représente une vue schématique partielle en coupe d'une portion supérieure du conteneur représenté sur la figure 1, après  
15                    solidification des moyens de scellement dans la rainure, et

                  - la figure 3 représente une vue schématique en perspective d'un agencement particulier, permettant d'effectuer l'étape de réalisation des  
20                    moyens de scellement du procédé de fermeture d'un conteneur selon l'invention.

#### **EXPOSÉ DÉTAILLÉ DE MODES DE RÉALISATION PRÉFÉRÉS**

                  En référence aux figures 1 et 2, il est représenté partiellement et schématiquement un  
25                    conteneur 1 pour matières radioactives, selon un mode de réalisation préféré de la présente invention.

                  Sur ces figures, seule une partie de la portion supérieure du conteneur 1 est visible, ce conteneur 1 étant de forme sensiblement cylindrique de  
30                    section circulaire, mais pouvant bien entendu adopter

toute autre forme compatible avec le domaine technique considéré.

Le conteneur 1 comprend un corps principal creux 2, définissant un espace 4 à l'intérieur duquel  
5 peuvent être logées les matières radioactives, telles que des déchets nucléaires exothermiques. De plus, le conteneur 1 comporte un couvercle 6 susceptible d'être emboîté dans le corps principal creux 2, de manière à obtenir un espace 4 totalement fermé.

10 L'espace 4, préférentiellement de section circulaire, est délimité d'une part à l'aide d'une surface latérale 8 et d'un fond (non représenté) formés par le corps principal creux 2, et d'autre part à l'aide d'une surface supérieure 10 formée par le  
15 couvercle 6, ce dernier ainsi que le corps principal creux 2 étant disposés de façon coaxiale.

Comme ceci est visible sur les figures 1 et 2, le corps principal creux 2 et le couvercle 6 disposent respectivement de surfaces de contact annulaires 12 et 14, permettant l'arrêt en translation  
20 du couvercle 6 par rapport au corps principal creux 2, lors de l'emboîtement de ces deux éléments 2 et 6. Par ailleurs, les surfaces de contact 12 et 14 sont de préférence conçues afin que le couvercle 6 puisse être  
25 logé dans le corps principal creux 2 sans faire saillie en dehors de celui-ci, et que leurs surfaces supérieures respectives 13 et 15 se situent sensiblement dans un même plan perpendiculaire à un axe principal longitudinal (non représenté sur ces figures)  
30 du conteneur 1.

Bien entendu, il est possible de prévoir un jeu 16 entre la surface latérale 8 de l'espace 4 et un cylindre 18 constituant la partie inférieure du couvercle 6, de manière à faciliter l'introduction de ce couvercle 6 dans le corps principal creux 2 du conteneur 1. A titre d'exemple, le jeu 16 peut être de l'ordre de 0,5 mm.

Plus spécifiquement en référence à la figure 1, sur laquelle le conteneur 1 est représenté alors que le couvercle 6 n'a pas encore été fixé sur le corps principal creux 2, celui-ci présente dans sa portion supérieure une surface latérale intérieure 20, tandis que le couvercle 6 présente une surface latérale extérieure 22. Lorsque le couvercle 6 est mis en place sur le corps principal creux 2, les surfaces latérales 20 et 22 adjacentes et continues forment une rainure 24 s'étendant de préférence tout autour de l'axe principal longitudinal du conteneur 1 selon une section horizontale variable, cette rainure 24 étant ouverte sur l'extérieur de ce conteneur 1. Il est précisé que la rainure 24 pourrait naturellement s'étendre que partiellement autour de l'axe principal longitudinal du conteneur 1, par exemple pour former des portions de rainures espacées angulairement, sans sortir du cadre de l'invention. Au même titre, notons que la rainure 24 peut également être réalisée de façon à disposer d'une section horizontale constante, la forme de cette rainure étant facilement modulable, par simple adaptation de la surface latérale intérieure 20 et de la surface latérale extérieure 22.

La rainure 24 ainsi obtenue permet d'offrir un espace dans lequel des moyens de scellement 26 (représentés sur la figure 2) vont permettre la fixation par scellement du couvercle 6 sur le corps principal creux 2 du conteneur 1.

En référence à la figure 2, sur laquelle le conteneur 1 est représenté dans un état fermé et fixé, on voit que les moyens de scellement 26, préalablement coulés dans la rainure 24 prévue initialement entre le couvercle 6 et le corps principal creux 2, ont été introduits dans cette rainure 24 de manière à occuper l'intégralité de l'espace défini par cette rainure. Par ailleurs, lorsque les moyens de scellement 26 sont dans un état solidifié tel que celui représenté sur la figure 2, les surfaces 20 et 22 de la rainure 24 ne sont plus apparentes (mais tout de même schématisées en pointillés afin de faciliter la compréhension), et les moyens de scellement 26 ne sont plus en contact direct avec le couvercle 6 et le corps principal creux 2. En effet, le couvercle 6 et le corps principal creux 2 d'une part, et les moyens de scellement 26 d'autre part, sont séparés par une zone de liaison 28, disposant d'une forme sensiblement identique à celle de la paroi de la rainure 24 initialement prévue, sur une épaisseur 29 pouvant aller de 10  $\mu\text{m}$  à 5 mm, et étant de préférence de l'ordre de 2 mm.

La zone de liaison 28, située sensiblement à l'emplacement initial de la surface latérale extérieure 22 et de la surface latérale intérieure 20, résulte d'une réaction chimique produite entre le couvercle 6 et le corps principal creux 2 d'une part,

et les moyens de scellement 26 d'autre part, lors de la coulée des moyens de scellement 26 dans la rainure 24. De cette façon, la zone de liaison 28 assure une liaison mécanique rigide entre les moyens de scellement 5 26 et les deux principaux éléments 2 et 6 du conteneur 1, cette spécificité de l'invention assurant une étanchéité parfaite du conteneur.

Afin d'obtenir la zone de liaison 28 par réaction chimique, le corps principal creux 2 et le 10 couvercle 6 sont réalisés dans au moins un premier matériau métallique, et de préférence dans le même matériau tel que l'acier ou une fonte. Par ailleurs, les moyens de scellement 26 sont réalisés dans un second matériau métallique, tel qu'une fonte, du zinc 15 ou l'un de ses alliages, de l'acier, de l'aluminium ou l'un de ses alliages, ou encore tout autre matériau métallique susceptible de présenter une réactivité avec le premier matériau métallique retenu, afin de réagir chimiquement avec ce dernier et de constituer une zone 20 de liaison 28 comportant des composés intermétalliques.

Ainsi, à titre d'exemple non limitatif, lorsque le couvercle 6 et le corps principal creux 2 sont en acier et que les moyens de scellement 26 sont en fonte, ces deux matériaux sont aptes à réagir l'un 25 avec l'autre lorsque la fonte est encore liquide, de manière à former une zone de liaison 28 composée d'un alliage fer-carbone, obtenu par diffusion du carbone de la fonte vers l'acier. Une fois la réaction chimique terminée et les moyens de scellement 26 solidifiés, la 30 zone de liaison 28 présente un gradient de carbone dans une direction allant des moyens de scellement 26 vers



le couvercle 6 ou le corps principal creux 2 du  
conteneur 1, et la structure de cette zone de liaison  
28 évolue depuis un mélange de ferrite et de perlite  
jusqu'à une fonte, en passant par une structure d'acier  
5 eutectoïde puis hyper-eutectoïde.

De la même manière et à toujours à titre  
d'exemple, lorsque les moyens de scellement 26  
comportent du zinc ou de l'aluminium, les zones de  
liaison 28 obtenues sont respectivement composées d'un  
10 alliage fer-zinc et d'un alliage fer-aluminium,  
assurant le maintien mécanique rigide entre les moyens  
de scellement 26 et le deux éléments principaux 2 et 6  
du conteneur 1. De plus, dans le cas de l'utilisation  
de zinc ou de l'un de ses alliages, il a été remarqué  
15 que la zone de liaison 28 disposait d'une structure  
similaire à celle pouvant être observée dans le cas  
d'opérations de galvanisation réalisées par trempe  
d'éléments en acier dans du zinc liquide.

Enfin, un dernier exemple concerne le cas  
20 où les premier et second matériaux sont en acier, ceux-  
ci étant alors choisis de manière à ce qu'une diffusion  
de carbone soit possible lorsque les moyens de  
scellement 26 sont à l'état liquide, afin d'obtenir une  
zone de liaison 28 en alliage fer-carbone présentant un  
25 gradient de carbone dans une direction allant des  
moyens de scellement 26 vers le couvercle 6 ou le corps  
principal creux 2 du conteneur 1.

Afin de renforcer encore davantage la  
fixation du couvercle 6 sur le corps principal creux 2  
30 du conteneur 1, il est possible d'adapter la géométrie  
initiale de la rainure 24, formée par la surface

latérale intérieure 20 et la surface latérale extérieure 22.

A cet effet, en référence à la figure 1, la surface latérale extérieure 22 du couvercle 6 peut  
5 comprendre deux portions 30 et 32 adjacentes inclinées respectivement d'un angle  $\alpha$  et d'un angle  $\beta$  par rapport à une direction 34 parallèle à l'axe principal longitudinal du conteneur 1, les angles  $\alpha$  et  $\beta$  étant  
10 aigus et opposés afin d'obtenir un effet de coin lorsque l'on désire extraire le couvercle 6 du corps principal creux 2. Comme on peut le voir sur la figure 1, la portion supérieure 32 est inclinée de manière à se rapprocher de l'axe principal longitudinal en s'éloignant vers la portion supérieure du conteneur 1,  
15 tandis que la portion inférieure 30 est inclinée de manière à se rapprocher de l'axe principal longitudinal en s'éloignant vers une portion inférieure du conteneur 1.

De plus, notons que la surface latérale  
20 intérieure 20 du corps principal creux 2 peut également comprendre une portion 36 inclinée de la même façon que la portion supérieure 32 de la surface latérale extérieure 22, à savoir de manière à se rapprocher de l'axe principal longitudinal en s'éloignant vers la  
25 portion supérieure du conteneur 1, cette portion 36 étant de préférence en regard de la portion supérieure 32 de la surface latérale extérieure 22. Ainsi, lorsque les moyens de scellement 26 prennent place dans la rainure 24, la partie de ces moyens de scellement 26 se  
30 trouvant entre les portions 32 et 36 initialement prévues, prend sensiblement la forme d'une calotte

assurant un maintien mécanique supplémentaire du couvercle 6 sur le corps principal creux 2. Naturellement, la forme de la rainure 24 peut être conçue de toute autre manière visant à prévoir une  
 5 géométrie assurant un maintien du couvercle 6 sur le corps principal creux 2, lorsque les moyens de scellement 26 sont solidifiés à l'intérieur de cette rainure 24 initialement prévue, sans sortir du cadre de l'invention.

10 Enfin, notons que la rainure 24 dispose d'une largeur variable, pouvant par exemple s'étendre entre 10 et 20 mm, et étant de l'ordre de 15 mm au niveau des portions 32 et 36 en regard.

L'invention concerne également un procédé  
 15 de fermeture de conteneur, tel que celui qui vient d'être décrit ci-dessus.

Selon un premier mode de réalisation préféré du procédé selon l'invention qui va être décrit ci-dessous, le premier matériau métallique choisi pour  
 20 réaliser le couvercle 6 et le corps principal creux 2 est de l'acier, par exemple du type E24, tandis que le second matériau métallique coulé employé pour former les moyens de scellement 26 est une fonte, par exemple du type EN-GJS-400-15.

25 La première étape de ce procédé consiste à mettre en place le couvercle 6 sur le corps principal creux 2 du conteneur 1, de manière à former la rainure 24, comme cela est visible sur la figure 1.

Lors de la réalisation de ce procédé, il  
 30 est ensuite préférable d'effectuer une étape de préparation des surfaces de la rainure 24, à savoir la

surface latérale intérieure 20 du corps principal creux 2 et la surface latérale extérieure 22 du couvercle 6.

Pour ce faire, plusieurs solutions sont envisageables. On peut en effet préparer les surfaces 5 20 et 22 à l'aide d'une technique mécanique telle que le sablage, d'une technique chimique telle que le dégraissage ou le décapage, d'une technique électrochimique ou encore d'un dépôt d'une couche de matériau métallique tel que le zinc ou le nickel. A 10 titre d'exemple, les surfaces 20 et 22 de la rainure 24 peuvent être nickelées afin d'éviter l'oxydation de ces surfaces lors de leur montée en température et en présence d'air. Par ailleurs, les techniques possibles pour déposer la couche de matériau métallique sont 15 prises parmi les techniques classiques de dépôt métallique, comme celle de galvanisation pour le dépôt de zinc. Bien entendu, l'étape de préparation des surfaces 20 et 22 de la rainure 24 peut consister en la combinaison de plusieurs des techniques mentionnées ci-dessus. 20

La préparation des surfaces 20 et 22 de la rainure 24 achevée, ces surfaces 20 et 22 peuvent alors subir une étape de préchauffage à basse température pour éviter leur oxydation, par exemple de l'ordre de 25 400°C, à l'aide de colliers chauffants électriques ou de tout autre moyen assurant une telle fonction. Notons que cette opération peut être effectuée sous gaz neutre pour éviter totalement les effets néfastes que pourrait provoquer une oxydation des surfaces 20 et 22 de la 30 rainure 24.

Ensuite, il est procédé à la coulée de la fonte dans la rainure 24, de manière à former les moyens de scellement 26 représentés sur la figure 2.

En référence à la figure 3, il est représenté un agencement possible pour réaliser la coulée du second matériau métallique dans la rainure 24, cette dernière étant annulaire d'axe identique à l'axe principal longitudinal 38 du conteneur 1.

Comme on peut l'apercevoir sur cette figure, des moyens de coulée de la fonte 40, assemblés sur le couvercle 6 du conteneur 1, comprennent un récipient 42 dans lequel est située la fonte à l'état liquide. Le récipient 42 est monté de façon pivotante sur un support 44 solidaire de l'extrémité d'un bras 46, ce dernier étant apte à pivoter autour de l'axe principal longitudinal 38 du conteneur 1.

La fonte liquide reposant dans le récipient est susceptible d'être déversée dans un orifice prenant la forme d'un entonnoir 48, également monté sur le bras 46 des moyens 40. L'entonnoir 48 communique alors avec un conduit d'évacuation 50, dont l'extrémité 52 est orientée à proximité et en regard de la rainure 24. Notons que l'entonnoir 48 est par ailleurs apte à pivoter selon un axe parallèle à l'axe de rotation entre le récipient 42 et le support 44, cette spécificité étant prévue afin d'assurer un déversement propre de la fonte liquide dans l'entonnoir 48, quelle que soit la quantité de fonte présente dans le récipient 42. D'autre part, les rotations des éléments 42 et 48 par rapport au support 44 peuvent être

réalisées manuellement, respectivement à l'aide de poignées 54 et 56.

Ainsi, en faisant pivoter le bras 46 tout autour de l'axe 38, l'extrémité 52 du conduit d'évacuation de fonte 50 peut décrire un mouvement circulaire lui permettant d'être constamment en regard du fond de la rainure 24, cette caractéristique spécifique assurant alors la possibilité de se prévaloir d'une répartition uniforme de la fonte à l'intérieur de cette rainure 24, lors de la mise en œuvre de l'opération de coulée.

Dans ce premier mode de réalisation préféré du procédé selon l'invention, la fonte est ensuite coulée dans la rainure 24, par exemple à une température avoisinant 1470°C. Comme cela vient d'être indiqué, la coulée de la fonte s'effectue en mettant le bras 46 des moyens 40 en rotation autour de l'axe principal longitudinal 38, indifféremment de façon manuelle ou automatique.

Avant que la coulée réalisée ne soit directement destinée à former les moyens de scellement 26, la fonte peut être coulée en excès et en continue, afin de chauffer et laver les surfaces 20 et 22 de la rainure 24, préalablement nickelées. Un système de récupération de la fonte excédentaire (non représenté) peut alors consister en des moyens d'évacuation de la fonte situés en bas de la rainure 24, ou encore en des moyens agencés en surface pour récupérer la fonte débordante de cette rainure.

La coulée de fonte en excès pendant une période déterminée permet ainsi d'éliminer les

impuretés présentes dans la rainure 24, et de dissoudre rapidement la couche de nickel déposée sur les surfaces 20 et 22, dans le but d'obtenir des surfaces en acier 20 et 22 propres autorisant une bonne réaction chimique avec la fonte. La période de coulée en excès peut notamment être déterminée en fonction de la température optimale à atteindre pour les surfaces 20 et 22 de la rainure 24, donc en tenant compte de paramètres divers tels que de la superficie de ces surfaces 20 et 22, du débit de fonte, de la température de la fonte, etc. Par ailleurs, il est noté que cette période peut aussi dépendre de l'épaisseur du dépôt métallique préalablement effectué sur les surfaces 20 et 22 de la rainure 24.

Typiquement, pour une surface totale de la rainure 24 d'environ 400 cm<sup>2</sup>, le temps de remplissage est d'environ 40 secondes et la quantité de fonte coulée en excès pour le lavage et le chauffage est de l'ordre de 250 kg, soit un débit de lavage de 0,06 kg/s.cm<sup>2</sup>.

Lorsque les moyens de scellement sont coulés dans la rainure 24 et que les opérations de chauffage et de lavage de cette rainure 24 sont achevées, une étape ultime consiste à chauffer la fonte de sorte qu'elle reste liquide dans la rainure 24. Cette étape a pour principal objectif de favoriser la diffusion du carbone depuis la fonte des moyens de scellement 26, vers l'acier du corps principal creux 2 et du couvercle 6 du conteneur 1. La diffusion de carbone permet alors d'obtenir une zone de liaison 28 en alliage fer-carbone, assurant une liaison mécanique

et étanche, directement entre les moyens de scellement 26 d'une part, et le corps principal creux 2 et le couvercle 6 d'autre part.

5 Cette étape de chauffage de la fonte dans la rainure 24 peut s'effectuer à l'aide de moyens de chauffage classiques tels que des colliers chauffants électriques (non représentés), à une température de l'ordre de 500°C pendant environ 2 heures. Il est  
10 précisé que la durée de chauffage peut être adaptée de manière à ce que la réaction chimique entre les premier et second matériaux métalliques soit terminée, ou de façon à ce que la zone de liaison 28 soit suffisamment importante pour engendrer une parfaite liaison  
15 mécanique étanche entre le couvercle 6 et le corps principal creux 2 du conteneur 1.

Comme mentionné ci-dessus dans la description du conteneur 1, la zone de liaison 28, obtenue suite à la mise en œuvre d'un tel procédé, dispose d'une microstructure évoluant sur une épaisseur  
20 29 d'environ 2 mm, depuis un mélange de ferrite et de perlite jusqu'à une fonte, en passant par une structure d'acier eutectoïde puis hyper-eutectoïde.

Des tests ont alors démontré que la zone de liaison 28 disposait d'une résistance à la rupture  
25 d'environ 276 MPa, pour une limite d'élasticité de 146 MPa à 0,2%, et d'un allongement à la rupture de l'ordre de 33,1%.

Dans un second mode de réalisation préféré du procédé selon l'invention, lorsque le second  
30 matériau métallique est choisit parmi le zinc et ses alliages et que le premier matériau métallique reste de



l'acier, les surfaces 20 et 22 de la rainure 24 ne subissent pas de préparation par dépôt métallique comme le nickel, mais sont décapées de manière à obtenir des surfaces 20 et 22 susceptibles de réagir facilement avec le zinc coulé.

Les autres étapes du procédé sont réalisées sensiblement de la même façon que celles mentionnées dans le premier mode de réalisation préféré de l'invention, à la différence que le zinc est coulé aux alentours de 470°C, et que le chauffage post-coulée est maintenu à 500°C pendant 4 heures.

Après solidification du second matériau métallique, la zone de liaison 28 est composée d'un alliage fer-zinc, sensiblement identique à celui obtenu lors d'une galvanisation réalisée par trempe de pièces en acier dans du zinc liquide.

Selon un troisième mode de réalisation préféré du procédé selon l'invention, lorsque le second matériau métallique est choisit parmi l'aluminium et ses alliages et que le premier matériau métallique reste de l'acier, les étapes sont similaires à celles décrites précédemment dans les deux premiers modes de réalisation préférés, à la différence que l'étape de coulée est préférentiellement effectuée sous protection d'un gaz neutre. Ces conditions opératoires spécifiques permettant de travailler à l'abri de l'atmosphère oxydante, interdisent par conséquent la formation d'une couche d'alumine sur les surfaces 20 et 22 de la rainure 24, qui serait fortement préjudiciable à la réaction chimique entre le fer et l'aluminium, et donc aux performances mécaniques de la zone de liaison 28.

Enfin, il est précisé que la réouverture  
du couvercle 6 scellé sur le corps principal creux 2 du  
conteneur 1 peut facilement s'effectuer par fusion des  
moyens de scellement 26. Cette fusion s'effectue  
5 préférentiellement à l'aide d'un chauffage au  
chalumeau, au laser, par induction ou encore par  
résistors.

Bien entendu, diverses modifications  
peuvent être apportées par l'homme du métier au  
10 conteneur 1 pour matières radioactives et au procédé de  
fermeture d'un tel conteneur qui viennent d'être  
décrits, uniquement à titre d'exemples non limitatifs.

15

# REVENDICATIONS

1. Conteneur (1) pour matières radioactives  
comprenant un corps principal creux (2) ainsi qu'un  
couvercle (6) réalisés dans au moins un premier  
5 matériau métallique, ledit couvercle (6) étant  
susceptible d'être fixé sur le corps principal creux  
(2) par l'intermédiaire de moyens de scellement (26)  
réalisés dans un second matériau métallique coulé dans  
une rainure (24) définie par le couvercle (6) et le  
10 corps principal creux (2) du conteneur (1), caractérisé  
en ce que le couvercle (6) et le corps principal creux  
(2) sont solidarisés auxdits moyens de scellement (26)  
à l'aide d'une zone de liaison (28), formée par  
réaction chimique entre les premier et second matériaux  
15 métalliques.

2. Conteneur (1) selon la revendication 1,  
dans lequel chaque premier matériau métallique est un  
matériau pris parmi le groupe constitué de la fonte et  
de l'acier.

20 3. Conteneur (1) selon la revendication 2,  
dans lequel le second matériau métallique coulé est une  
fonte, la zone de liaison (28) étant composée d'un  
alliage fer-carbone.

25 4. Conteneur (1) selon la revendication 2,  
dans lequel le second matériau métallique coulé est un  
matériau pris parmi le groupe constitué du zinc et de  
ses alliages, la zone de liaison (28) étant composée  
d'un alliage fer-zinc.

30 5. Conteneur (1) selon la revendication 2,  
dans lequel le second matériau métallique coulé est de

l'acier, la zone de liaison (28) étant composée d'un alliage fer-carbone.

6. Conteneur (1) selon la revendication 2, dans lequel le second matériau métallique coulé est un  
5 matériau pris parmi le groupe constitué de l'aluminium et de ses alliages, la zone de liaison (28) étant composée d'un alliage fer-aluminium.

7. Conteneur (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel la zone de  
10 liaison (28) dispose d'une épaisseur moyenne (29) comprise entre 10  $\mu$ m et 5 mm.

8. Conteneur (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, dans lequel le couvercle  
15 (6) comporte une surface latérale extérieure (22) définissant partiellement ladite rainure (24) et comprenant deux portions adjacentes (30,32) inclinées respectivement d'un angle  $\alpha$  et d'un angle  $\beta$  par rapport à une direction (34) parallèle à un axe principal longitudinal du conteneur (38), les angles  $\alpha$  et  $\beta$  étant  
20 aigus et opposés afin d'obtenir un effet de coin.

9. Procédé de fermeture d'un conteneur (1) pour matières radioactives comprenant un corps principal creux (2) ainsi qu'un couvercle (6) réalisés dans au moins un premier matériau métallique, ledit  
25 procédé comportant une étape de mise en place du couvercle (6) sur ledit corps principal creux (2) du conteneur (1) de manière à former une rainure (24) entre ces deux éléments (2,6), suivie d'une étape de réalisation de moyens de scellement (26) assurant la  
30 fixation du couvercle (6) sur le corps principal creux (2) du conteneur (1) en coulant un second matériau

métallique dans ladite rainure (24), caractérisé en ce que l'on choisit le second matériau métallique de sorte qu'il soit apte à réagir chimiquement avec chaque premier matériau métallique, de manière à former une zone de liaison (28) entre d'une part les moyens de scellement (26), et d'autre part le couvercle (6) et le corps principal creux (2) du conteneur (1).

10. Procédé selon la revendication 9, dans lequel l'étape de mise en place du couvercle (6) est suivie d'une étape de préchauffage du premier matériau constituant la rainure (24).

11. Procédé selon la revendication 10, dans lequel l'étape de préchauffage est précédée d'une étape de préparation des surfaces (20,22) de la rainure (24).

12. Procédé selon la revendication 11, dans lequel l'étape de préparation des surfaces (20,22) de la rainure (24) est réalisée à l'aide d'au moins une technique de préparation prise parmi le groupe constitué des techniques mécaniques, chimiques et électrochimiques de préparation de surfaces, et des techniques de dépôt de couche de matériaux métalliques.

13. Procédé selon l'une quelconque des revendications 9 à 12, dans lequel l'étape de réalisation des moyens de scellement (26) est précédée d'une étape de coulée en excès du second matériau métallique dans ladite rainure (24) pendant une période déterminée, de manière à provoquer un chauffage du premier matériau métallique constituant ladite rainure (24) ainsi qu'un lavage des surfaces (20,22) de cette rainure.

14. Procédé selon l'une quelconque des revendications 9 à 13, dans lequel l'étape de réalisation des moyens de scellement (26) par coulée du second matériau métallique dans ladite rainure (24) est  
 5 suivie d'une étape de chauffage de ce second matériau reposant dans ladite rainure (24), afin de favoriser la réaction chimique entre les premier et second matériaux métalliques.

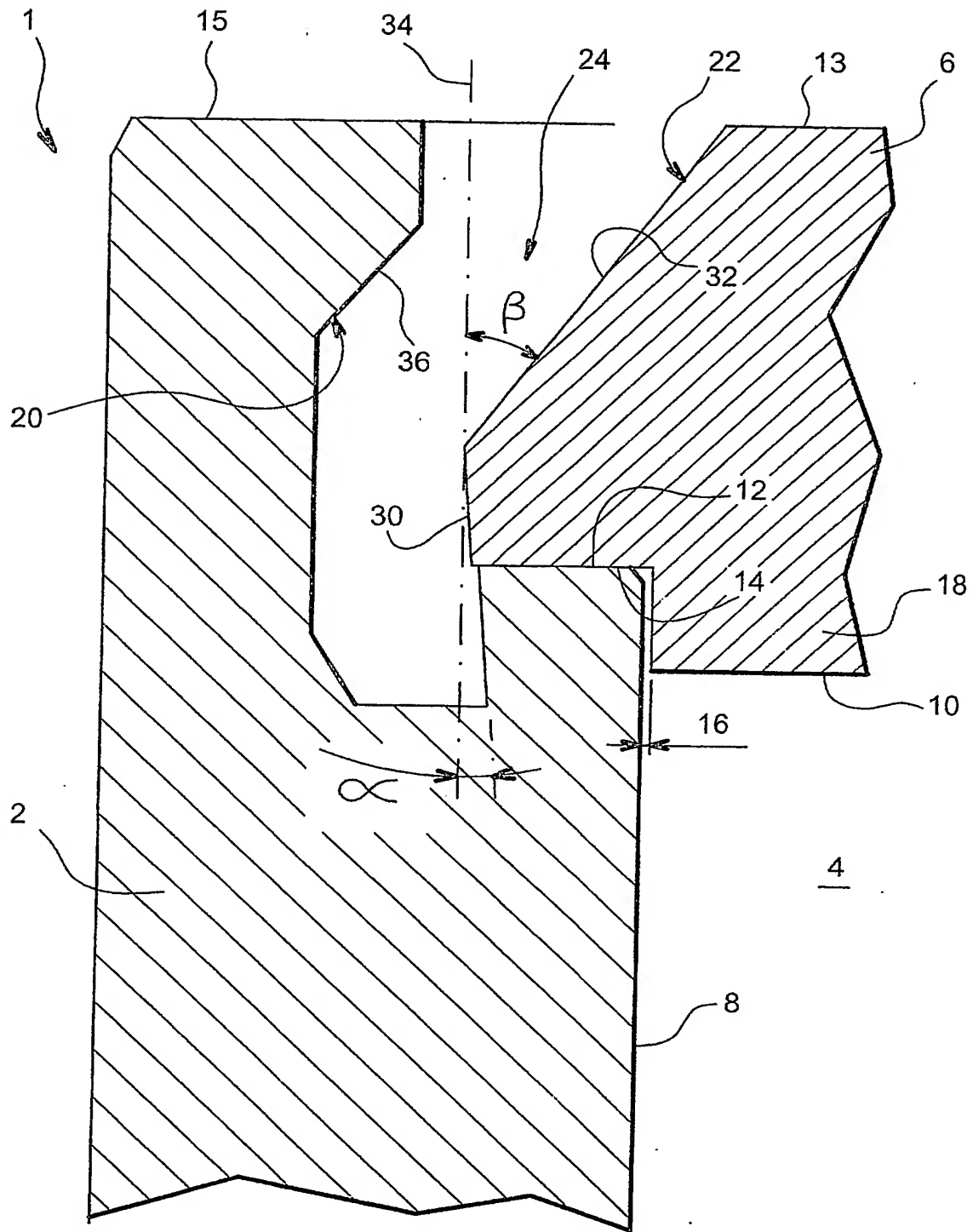


FIG. 1

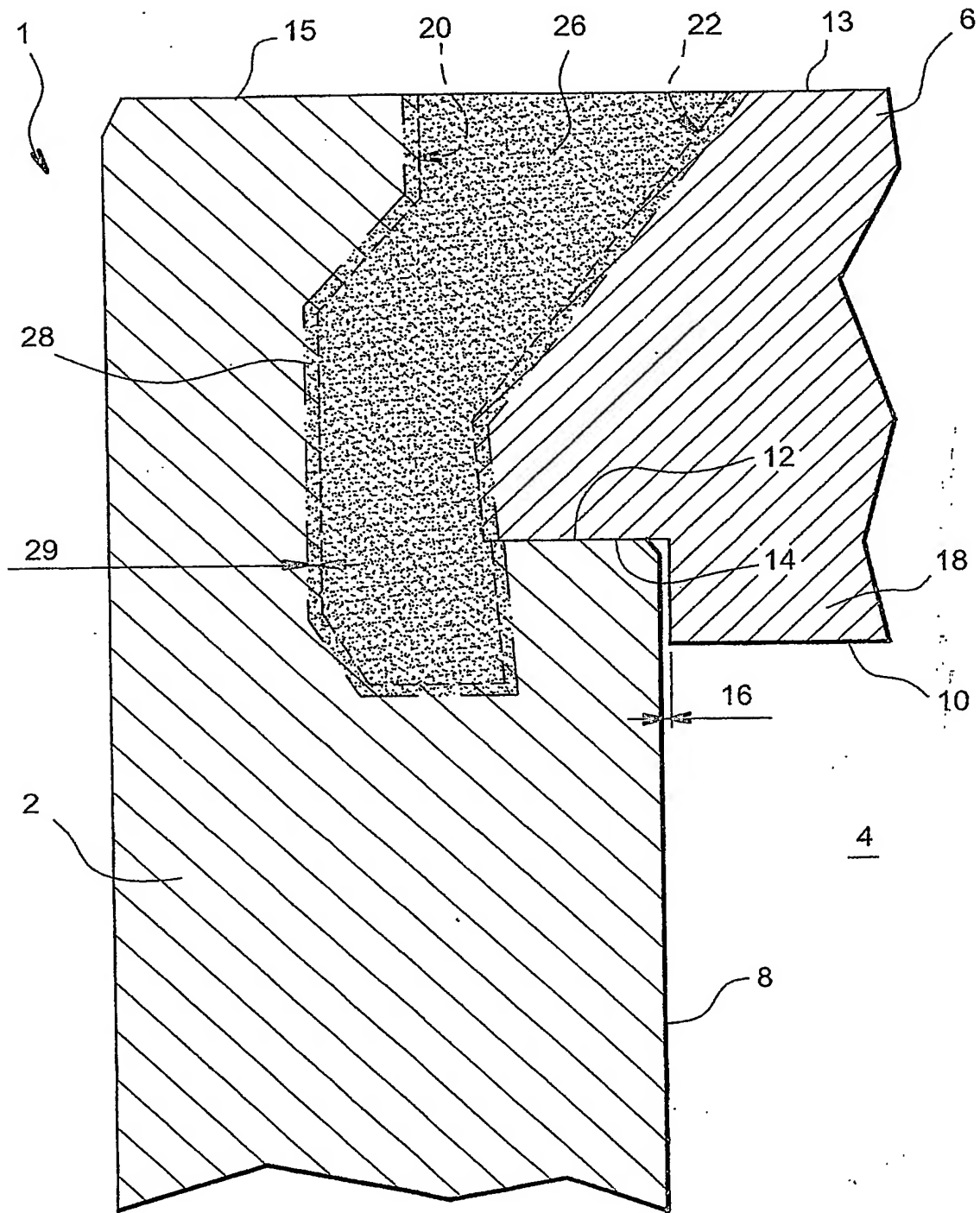
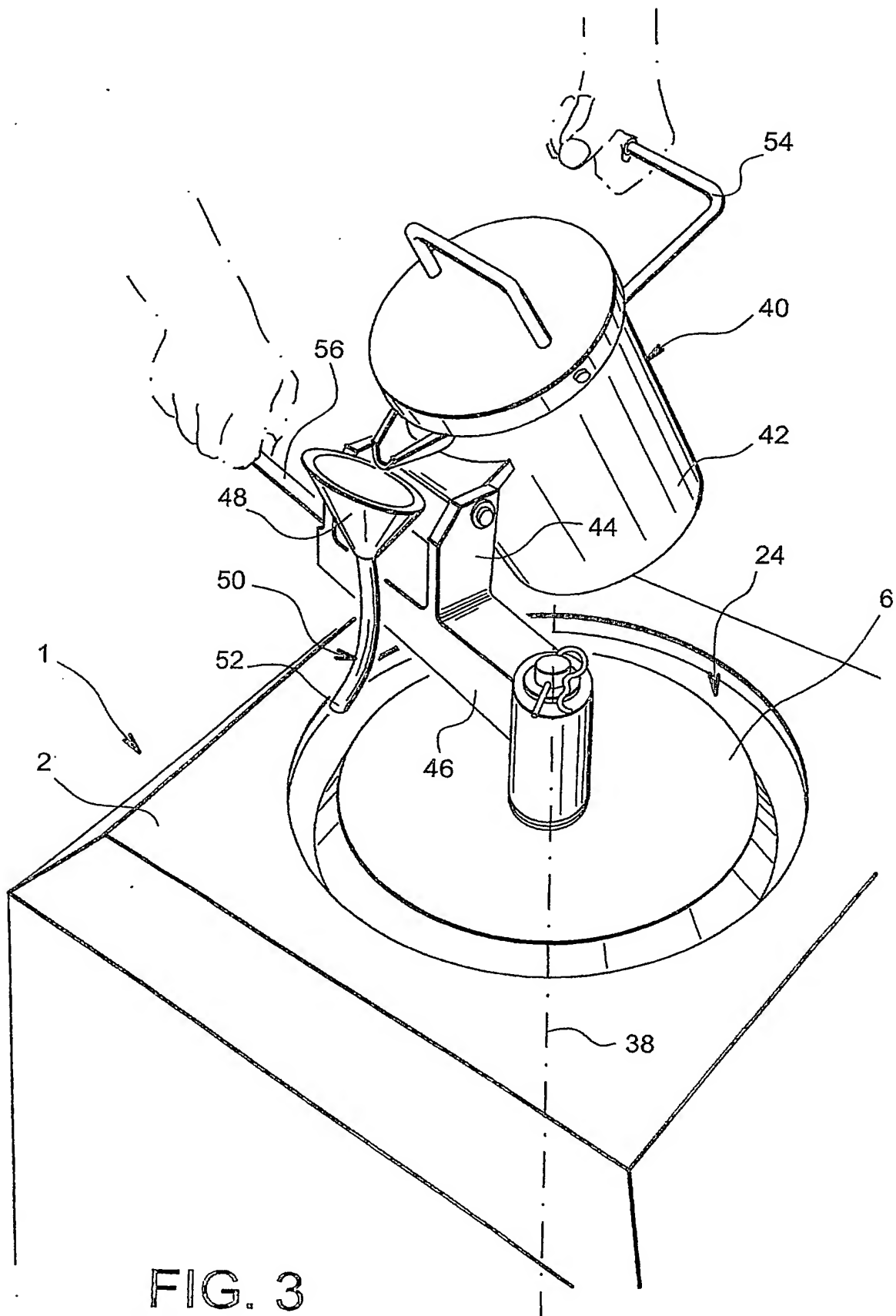


FIG. 2





reçue le 08/01/03



DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 01 53 04 53 04 Télécopie : 01 42 93 59 30

BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI



N° 11 235 02

DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S) Page N° 1. / 1..

(Si le demandeur n'est pas l'inventeur ou l'unique inventeur)

Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

08 113 W / 260899

|   |                      |                |                  |
|---|----------------------|----------------|------------------|
| Vos références pour ce dossier<br>(facultatif)  |                      | B 14177.3 AP   |                  |
| N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL  |                      | 02 12 11 15    |                  |
| TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)  |                      |                |                  |
| CONTENEUR POUR MATIERES RADIOACTIVES ET PROCEDE DE FERMETURE D'UN TEL CONTENEUR   |                      |                |                  |
| LE(S) DEMANDEUR(S) :<br>P. AHNER<br>c/o BREVATOME<br>3, rue du Docteur Lancereaux<br>75008 PARIS FRANCE<br>422-5/S002   |                      |                |                  |
| DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) : (Indiquez en haut à droite «Page N° 1/1» S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez un formulaire identique et numérotez chaque page en indiquant le nombre total de pages). |                      |                |                  |
| Nom   |                      | BEZIAT         |                  |
| Prénoms   |                      | Alain          |                  |
| Adresse   | Rue                  | Bouyàs         |                  |
|   | Code postal et ville | 30330          | TRESQUES FRANCE  |
| Société d'appartenance (facultatif)   |                      |                |                  |
| Nom   |                      | LEVOY          |                  |
| Prénoms   |                      | Richard        |                  |
| Adresse   | Rue                  | "Pré La Somme" |                  |
|   | Code postal et ville | 26230          | REAUVILLE FRANCE |
| Société d'appartenance (facultatif)   |                      |                |                  |
| Nom   |                      |                |                  |
| Prénoms   |                      |                |                  |
| Adresse   | Rue                  |                |                  |
|   | Code postal et ville |                |                  |
| Société d'appartenance (facultatif)   |                      |                |                  |
| DATE ET SIGNATURE(S)<br>DU (DES) DEMANDEUR(S)<br>OU DU MANDATAIRE<br>(Nom et qualité du signataire)<br>Paris, le 01 octobre 2002  |                      |                |                  |
| P. AHNER  |                      |                |                  |

La loi n°78-17 du 6 janvier 1978 relative à l'informatique, aux fichiers et aux libertés s'applique aux réponses faites à ce formulaire.  
Elle garantit un droit d'accès et de rectification pour les données vous concernant auprès de l'INPI.

PCT Application

**FR0302852**

